



Contraintes d'utilisation des Technologies de l'Information Géographique pour la GIZC en Afrique

Françoise Gourmelon, Marc Robin, Jade Georis-Creuseveau, Gwenaëlle Pennober, Alfredo Simao da Silva, Kouado Affian, Célestin Hauhouaut, Patrick Pottier

► To cite this version:

Françoise Gourmelon, Marc Robin, Jade Georis-Creuseveau, Gwenaëlle Pennober, Alfredo Simao da Silva, et al.. Contraintes d'utilisation des Technologies de l'Information Géographique pour la GIZC en Afrique. *Vertigo*, 2006, 7 (3), pp.1-14. hal-00193620

HAL Id: hal-00193620

<https://hal.science/hal-00193620>

Submitted on 15 Apr 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CONTRAINTES D'UTILISATION DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE POUR LA GESTION INTÉGRÉE DES ZONES CÔTIÈRES EN AFRIQUE

Gourmelon, F.¹, Robin, M.², Georis Creuseveau, J.³, Pennober, G.¹, Simao da Silva A.⁴, Affian, K.⁵, Hauhouot C.⁶, Pottier P.^{2,1} LETG (UMR 6554 CNRS), laboratoire Géomer, Institut Universitaire Européen de la Mer de l'Université de Bretagne Occidentale, Technopôle Brest-Iroise, 29280 Plouzané cedex, France, courriels : Francoise.Gourmelon@univ-brest.fr ; gwenaelle.pennober@univ-reunion.fr, ² LETG (UMR 6554 CNRS), laboratoire Géolittomer, Institut de Géographie et d'Aménagement Régional de l'Université de Nantes, courriels : marc.robin@univ-nantes.fr / patrick.pottier@univ-nantes.fr, ³ UICN, Plan d'Aménagement du Littoral Mauritanien, BP 4167, Nouakchott-Mauritanie, courriel : jade.creuseveau@yahoo.fr, ⁴Gabinete de Planificação Costeira, AP 23 1031 Bissau-Codex, Guinée-Bissau, courriel : alfredo.simao.dasilva@iucn.org, ⁵ Faculté des Sciences, CURAT, Université de Cocody, Abidjan, courriel : k_affian@yahoo.fr, ⁶ Institut de Géographie Tropicale, Université de Cocody, Abidjan, courriel : c_hauhouot@yahoo.fr

Résumé : Cette contribution décrit trois SIG mis en œuvre sur la zone côtière africaine à partir d'objectifs de GIZC : observatoires des changements (Mauritanie), des risques côtiers (Côte d'Ivoire) et planification côtière (Guinée-Bissau). Les principales étapes de leur constitution et les résultats auxquels ils ont conduit sont présentés. Si leurs perspectives d'utilisation sont incontestables notamment pour le suivi, l'analyse et la modélisation des changements et des risques côtiers, il apparaît néanmoins que le succès à long terme de leur implantation est conditionné par divers facteurs institutionnels et humains.

Mots-clés : géomatique, pays en développement, système d'information géographique, technologie de l'information géographique

Abstract : Three GIS applications for african coastal environmental are presented: an observatory of coastal environmental changes in Mauritania, coastal risk assessments in Ivory Coast and a synthetic approach to the Bijagos Archipelago Biosphere Reserve in Guinea Bissau. The main steps and the results illustrate the different stages of GIS implementation (inventory, analysis and management applications). GIS capabilities for monitoring, environmental changes analysis and modelling are highlighted and discussed. But despite these obvious capabilities, it is clear that the GIS long term success will also depend on organizational and human issues.

Keywords: developing countries, geographical information system, geographical information technologies, geomatics

Introduction

La zone côtière est un espace complexe et vulnérable, siège de multiples activités humaines où interviennent des événements météo-marins parfois paroxysmaux ; ces deux éléments combinés étant à l'origine de risques d'origine naturelle et anthropique (Robin *et al.*, 2004). A des fins de préservation, la zone côtière fait l'objet d'une attention croissante depuis les années 1970, qui s'exprime globalement par le concept international de Gestion Intégrée de la Zone Côtière (GIZC), décrit par Cicin-Sain et Knecht (1998) comme le besoin d'agir collectivement sur les processus naturels et anthropiques susceptibles de menacer le maintien durable de la qualité de l'environnement littoral et des activités qui s'y déroulent. En 1992, la seconde Conférence des Nations Unies pour l'Environnement et le Développement (CNUED, Rio) met l'accent sur la dimension planétaire de nombreux phénomènes écologiques et sur la nécessité d'en

accroître la connaissance, d'améliorer la gestion des ressources et d'assurer la protection de l'environnement notamment contre les risques naturels et technologiques. Les zones côtières, et notamment celles des pays du Sud, sont présentées comme des secteurs extrêmement sensibles, caractérisés par un accroissement rapide de la population provoquant des mutations territoriales de grande ampleur, à l'origine de dégradations environnementales parfois irréversibles.

Il est admis que le préalable à une gestion efficace de cet anthroposystème¹ implique une connaissance approfondie de son

¹ La zone côtière peut être assimilée à un anthroposystème, défini récemment par le programme « Environnement, Vie et Sociétés » (PEVS) du CNRS, comme un système naturel ou artificialisé dans lequel l'homme intervient en l'exploitant, en le fréquentant et en l'aménageant. Un anthroposystème ou « environnement de

fonctionnement et de son évolution, eux-mêmes conditionnés par une multitude de variables physiques, naturelles et socio-économiques en interaction, agissant sur une gamme scalaire et temporelle relativement large et dont la compréhension repose sur de multiples compétences scientifiques (Cuq, 2000). La disponibilité de connaissances pluridisciplinaires et la capacité à produire une information synthétique émanant des données initiales brutes apparaissent donc comme des conditions essentielles à l'opérationnalité de la GIZC. Cette capacité repose sur la compréhension du monde réel et sa modélisation (Collet, 2005) ainsi que sur des règles strictes de composition de cette information susceptible de répondre à une demande sociale même complexe (Tissot et Cuq, 2004). Or les progrès technologiques réalisés au cours des deux dernières décennies dans le domaine des Technologies de l'Information Géographique (TIG) et de la Communication (TIC) fournissent *a priori* un contexte favorable. En effet il semble que la GIZC soit favorisée par la mise en œuvre de méthodes et d'outils technologiques adaptés à l'acquisition, au stockage, à l'analyse, à la représentation et à la communication de données de source et de nature diverses (Bartlett et Smith, 2004 ; Gourmelon et Robin, 2005 ; Vallega 2005). En particulier, les systèmes d'information géographique (SIG)² représentent la synthèse des progrès réalisés dans le traitement numérique de l'information géographique puisqu'ils permettent de replacer dans un cadre cohérent les données géoréférencées acquises par différentes méthodes géomatiques, de les analyser et de les cartographier (Denègre, 1992). Conçus en Amérique du Nord dans les années 1970, ils se sont propagés rapidement dans le monde entier et s'inscrivent dans un ensemble d'approches, de méthodes et d'outils en constante évolution (la géomatique) qui concerne à la fois les moyens d'acquisition de données numériques localisées (géodésie, photogrammétrie, télédétection) mais aussi les méthodes de gestion, d'analyse et de représentation de l'information géographique (SIG).

Les SIG offrent des apports incontestables aux connaissances des processus terrestres mais la complexité de la zone côtière, à l'interface entre terre et mer et entre nature et sociétés, entraîne, quel que soit le contexte géographique, des difficultés de mise en œuvre (Cuq, 2000 ; Bartlett et Smith, 2004). Ce n'est que dans les années 1990 que les applications côtières se sont diversifiées (Bartlett, 1999 ; Loubersac et Populus, 2000 ; Gourmelon et

Robin, 2005 ; Vallega, 2005), contribuant aux connaissances et à la gestion des zones côtières grâce à :

- leur capacité de gestion de bases de données volumineuses concernant des espaces géographiques complexes et vastes et des thématiques variées ;
- la mise en place de standards concernant les typologies, les référentiels géographiques, les métadonnées, qui garantissent non seulement la conformité des bases d'information développées mais aussi la compatibilité de l'information entre les utilisateurs ;
- les possibilités de partage et de « porter à connaissance » des bases de données, notamment *via* Internet, favorisant la pérennité de l'information et facilitant son actualisation, et la fourniture à l'ensemble des acteurs concernés, d'une information commune. Ce caractère non redondant de l'information s'accompagne théoriquement d'une facilité de stockage et d'accès ;
- la mise en œuvre d'approches de simulation par couplage des SIG et des modèles, appréciées pour la production de connaissances et la mise en œuvre de démarches de prospectives environnementales.

Dans le monde occidental, si l'utilisation des SIG dans les domaines technologiquement les plus avancés (organismes de recherche civils et militaires, très grandes collectivités locales, industries...) est à présent bien établie car déjà ancienne, il faut admettre que leur implantation dans les petites structures traitant notamment de gestion territoriale est encore récente. C'est en effet à la faveur des évolutions informatiques en termes de capacité de calcul, de stockage, de conception de logiciels plus conviviaux et de qualification professionnelle, mais aussi de l'offre grandissante en données géographiques numériques, de la baisse significative du coût des matériels et du succès d'Internet, que ces outils ont connu un réel développement, depuis à peine plus d'une décennie.

Néanmoins force est de constater que si certains pays industrialisés profitent de l'apport des technologies géospatiales notamment pour l'aide à la gestion de la zone côtière, les pays en développement rencontrent des difficultés liées à des conditions politiques, institutionnelles et humaines moins favorables (Baudouin, 1996 ; Mouafo, 2000 ; Nwilo, 2004 ; Pennober et Georis-Creuseveau, 2005 ; Pennober *et al.*, 2005). Pour certains (Dunn *et al.*, 1997), les SIG sont des technologies coûteuses qui confinent les pays du Sud dans une dépendance accrue en termes de technologies, de formation et de connaissances vis-à-vis des pays du Nord.

Cette contribution propose d'examiner les résultats d'expériences menées en Afrique, en se basant sur trois exemples mis en œuvre en Mauritanie, en Guinée-Bissau et en Côte d'Ivoire. Leur objectif commun est de contribuer à la gestion de la zone côtière qui connaît des changements importants liés essentiellement à une pression anthropique croissante, source de conflits d'usage et

l'homme » est composé de différentes variables physiques, chimiques, biologiques, écologiques et humaines en interaction qui fonctionnent et évoluent à de multiples échelles spatio-temporelles (Lévêque, 2001).

² Un SIG peut être assimilé à un ensemble de matériels, de logiciels, de données et de personnes dont la fonction est d'exploiter l'information géographique pour produire des résultats et atteindre un but.

d'accès aux ressources et de dégradations environnementales (Quensière *et al.*, 2006). Cette situation a entraîné la mise en place de programmes de planification et/ou de conservation dans de nombreux pays africains. De ces trois expériences, les résultats acquis sont présentés et les conditions du succès de leur implantation sont discutées.

En Mauritanie, un SIG en appui à l'observatoire des changements du littoral

De direction générale Nord-Sud, le littoral mauritanien s'étend sur environ 500 kilomètres dans un contexte climatique aride à faibles précipitations annuelles (Figure 1). Généralement bas et sableux, il est caractérisé par de vastes baies et sebkhas³ enserrées entre des caps rocheux et par la rencontre d'un système actif de dunes continentales re-mobilisées par la dérive littorale. Quatre aires protégées d'importance internationale⁴ témoignent d'un patrimoine écologique remarquable.

Depuis l'indépendance en 1960, le pays a subi de profondes mutations liées à la sédentarisation des éleveurs nomades et à l'attrait exercé par Nouakchott au dépend des villes caravaniers, en raison notamment de la marginalisation du commerce transsaharien. De 500 habitants en 1957, la population de Nouakchott compte actuellement près de 600 000 habitants⁵. Cette croissance démographique s'est accompagnée de la multiplication des activités humaines en zone côtière dans les domaines de la pêche, de l'agriculture (delta du fleuve Sénégal), de l'énergie (pétrole, approvisionnement en électricité), de l'eau (approvisionnement, irrigation) et du transport (infrastructures routières, portuaires et aéroportuaires).

Actuellement, ces activités font peser, sur la zone côtière, des risques naturels et anthropiques multiples :

- la surexploitation des stocks halieutiques par la pêche industrielle et artisanale est signalée par l'Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP) ;

³ Le terme de sebkha désigne en zone aride littorale, des zones basses inondables lors des forts coefficients de marée, caractérisées par des efflorescences salines, souvent séparées de la mer par un cordon dunaire.

⁴ Le Parc National du Banc d'Arguin et sa réserve satellite du Cap Blanc, classé site du patrimoine mondial ; la Réserve Naturelle du Chat T'Boul et le Parc National du Diawling, ces deux derniers labellisés par la convention de Ramsar et récemment intégrés à la Réserve de Biosphère Transfrontière du Delta du Fleuve Sénégal.

⁵ Selon le recensement général de la population et de l'habitat réalisé en 2000.

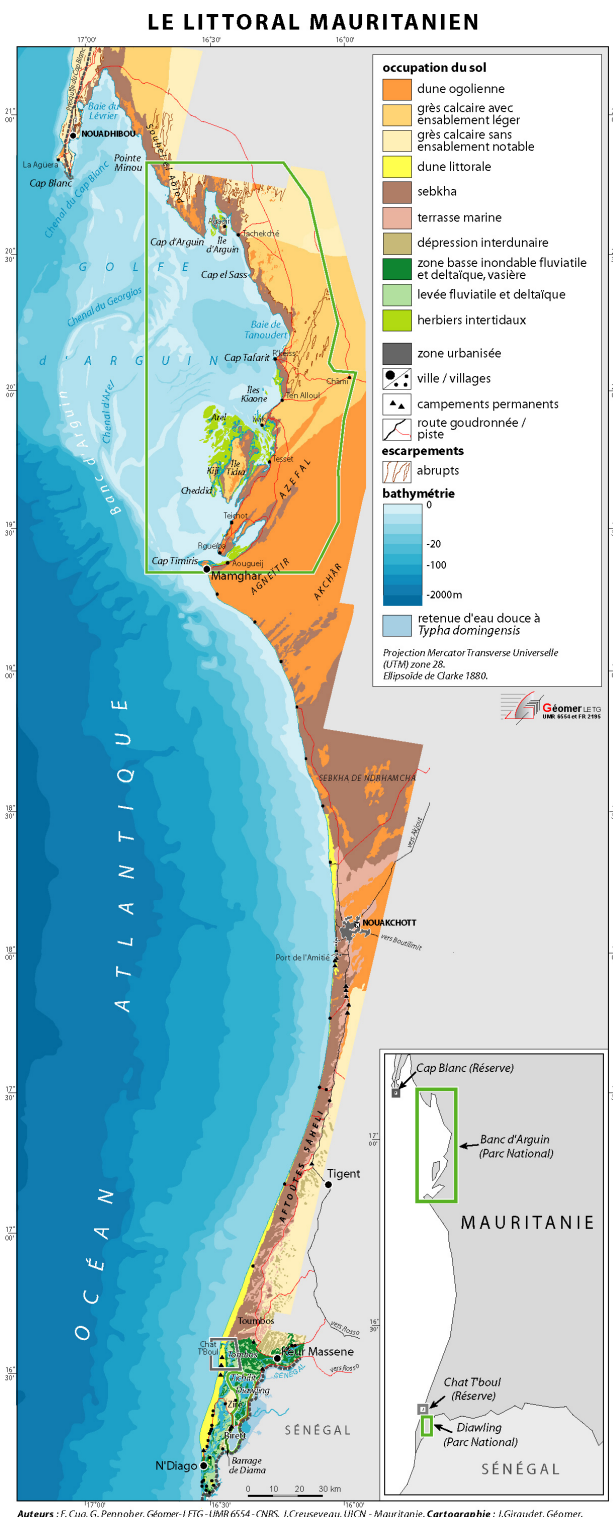


Figure 1. Le littoral mauritanien (MPem, 2004)

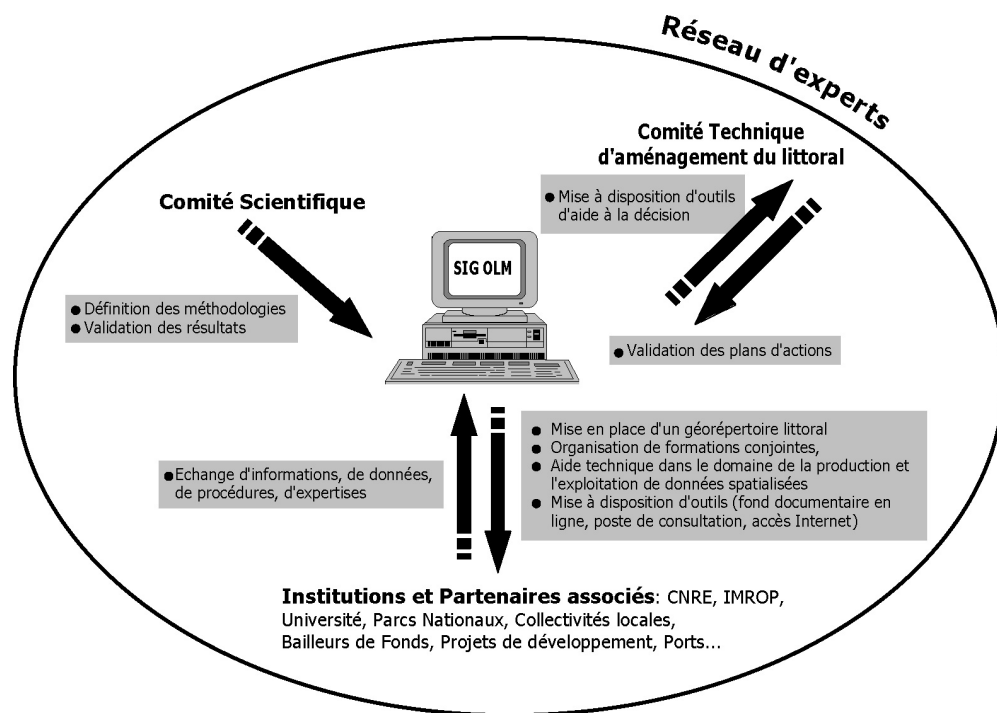


Figure 2. Le SIG de l'OLM : un outil partagé (source : Georis-Creuseveau)

- les sites urbains subissent une dégradation liée à leur croissance démographique et à l'inadaptation de leurs infrastructures, notamment en termes de traitement des déchets (Ould Cheikh, 1996) ;
- des aménagements pérennes de la plage ou de la dune côtière sont planifiés sans prise en compte des risques d'ensablement et de submersion marine (Ould Elmoustapha, 2000) ;
- des réserves pétrolières d'intérêt commercial ont été identifiées au large de la Mauritanie dont la production off shore a commencé début 2006 pour une durée d'exploitation estimée à une dizaine d'années. Cette activité représente une pression supplémentaire sur les ressources halieutiques⁶ et un risque de pollution ;
- afin de compléter le lien entre l'Afrique de l'Ouest et l'Europe, la route reliant Nouakchott et Nouadhibou a été inaugurée en mai 2006. En suivant une direction parallèle à la côte, cette infrastructure pourrait entraîner de nouvelles mutations territoriales.

Face à la multiplicité des pressions et des enjeux que subit le littoral mauritanien depuis les années 1960, la nécessité d'une gestion spécifique est apparue lors de l'élaboration du Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT). Etant donné l'importance de la conservation dans cet espace qui compte

⁶ Lettre d'information du PRCM février 2006
<http://www.prcmarine.org/images/stories/lettreinfoiucrim.pdf>

quatre aires marines protégées, l'Union Mondiale pour la Nature (UICN) s'est vue confier l'encadrement du processus de planification côtière (Plan d'Aménagement du Littoral (PALM)) en 1993, mené actuellement en collaboration avec le Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement⁷. Dans le cadre du PALM, un Observatoire du littoral mauritanien (OLM) a été mis en place en 2001 par l'UICN. Il a pour mission de coordonner le suivi environnemental afin d'analyser les changements à long terme de la bande côtière et de fournir aux décideurs les informations nécessaires à la mise en œuvre d'une politique d'aménagement et de développement durable. Dans cette perspective, la réalisation d'un SIG s'est rapidement imposée pour pallier la sectorisation des approches, la carence en données à référence spatiale et les besoins cartographiques (Pennober et Georis-Creuseveau, 2005) (Figure 2).

Trois étapes dans sa mise en œuvre ont été identifiées, dont deux sont actuellement en cours :

- l'inventaire des données existantes et l'analyse de leur pertinence dans le cadre du PALM constituent une étape essentielle à la constitution d'une base d'information

⁷ Créé en juillet 2006, le Secrétariat d'Etat mauritanien chargé de l'Environnement bénéficie d'importantes innovations apportées à son cadre d'organisation. Les volets environnement minier, pétrolier, marin et urbain relèvent désormais du nouveau département ministériel.

géographique (BIG) utilisable à des fins scientifiques et opérationnelles. Ces données alimentent depuis début 2007 un catalogue de métadonnées normalisées consultable *via* Internet⁸, produit dans le cadre du Programme Régional de Conservation des zones côtières et Marines d'Afrique de l'Ouest (PRCM) (Figure 3). En ce qui concerne la BIG, plusieurs couvertures qui résultent de projets scientifiques antérieurs ont été rassemblées. Fondées essentiellement sur l'exploitation d'images satellitaires (Spot et ERS1), elles ont contribué à la description de la façade maritime mauritanienne et de la morpho-bathymétrie du golfe d'Arguin sur laquelle est fondé un schéma de circulation des masses d'eau côtières (Cuq, 1993). De même, les images Spot et les levés de terrain qui ont servi à la production de la carte de l'environnement mauritanien à 1/200 000 décrivant la géomorphologie et les modes d'implantations humaines sur la bande côtière (Figure 1), ont été mobilisées. En 2005, une mosaïque d'images Landsat a été réalisée sur l'ensemble du littoral. Mise à disposition des institutions sous forme d'une composition colorée reconnue par de nombreux logiciels, elle devrait constituer un référentiel géographique cohérent garantissant un minimum d'interopérabilité entre les différentes bases de données géographiques ;

- en parallèle, une réflexion est menée sur les possibilités de constitution d'un jeu de données utiles à l'analyse de l'évolution à long terme de l'environnement littoral mauritanien. Un schéma synthétique des moyens nécessaires à mettre en œuvre pour réaliser des couches thématiques prioritaires est proposé au conseil scientifique de l'OLM. Il constitue un élément de la concertation contribuant à la lisibilité de la démarche ;
- lorsque l'information géographique sera mise en forme, l'analyse des changements intervenus dans la zone côtière au cours des dernières décennies pourra être réalisée et servir à l'élaboration d'un modèle diagnostique. Les informations synthétiques qui en découleront permettront d'alimenter les décisions des acteurs dans le contexte de la gestion intégrée de la zone côtière mauritanienne.

En Guinée-Bissau, un SIG comme support à la planification côtière et à la création d'aires marines protégées

La Guinée-Bissau possède la plate-forme continentale la plus étendue d'Afrique de l'Ouest, entraînant des marnages importants et un estran qui équivaut en superficie au 1/3 du pays (Figure 4). Cette caractéristique qui engendre des systèmes écologiques variés et très productifs, attire depuis les années 1980 une population de plus en plus nombreuse, entraînant une pression sur les ressources renouvelables et des conflits d'usage

(Campredon et Cuq, 2001). C'est dans ce contexte que le projet de planification des activités de développement s'est mis en place en Guinée-Bissau dans les années 1980. Il s'est traduit par un plan national de développement durable et la création d'aires protégées dans le secteur de l'archipel des Bijagos, dont une réserve de biosphère créée en 1995 par le programme Mab de l'UNESCO. C'est pour contribuer à la réalisation des objectifs de la planification qu'en 1991, est né le projet de réaliser un SIG, à la demande de l'UICN et du Ministère du Développement Rural et de l'Agriculture bissau-guinéen. Produit d'une collaboration entre l'INEP (Institut d'Etudes et de Recherche, Guinée-Bissau) et le laboratoire Géosystèmes (URA1518 CNRS, France), son objectif était de procurer une aide à la gestion de la zone côtière tout en améliorant les connaissances du fonctionnement et de l'évolution du système littoral.

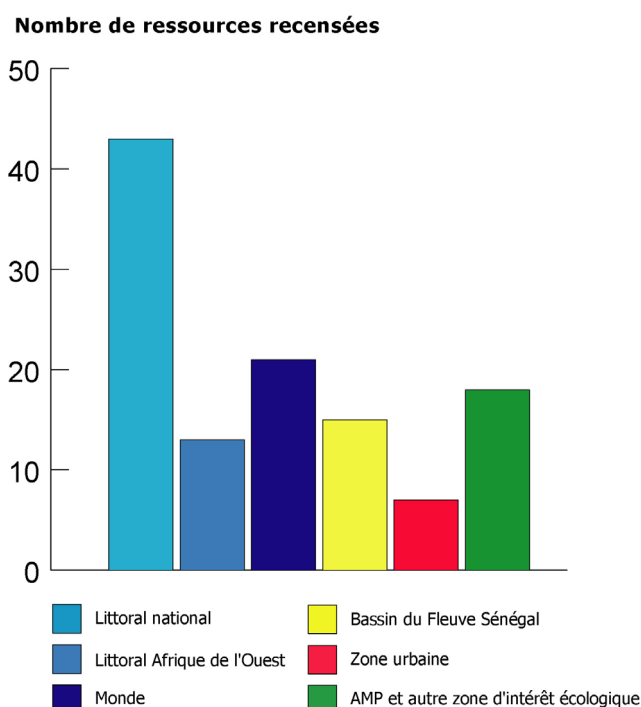


Figure 3. Emprise spatiale des ressources identifiées par le CIAO auprès des producteurs d'informations concernant le littoral mauritanien (www.prcmarine.org/ciao)

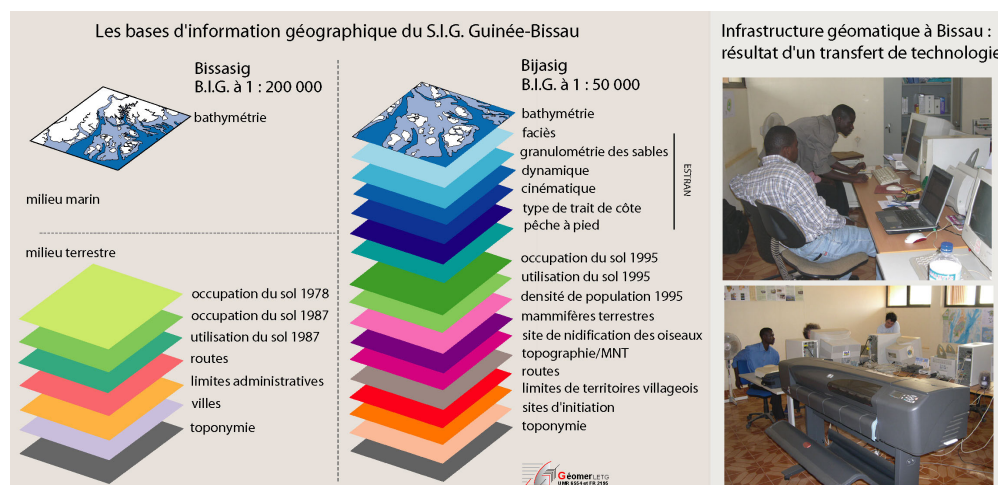
⁸ <http://www.prcmarine.org/ciao>

Figure 4. La Guinée-Bissau (Cuq *et al.*, 2001)

Le projet s'est déroulé en quatre phases : développement des bases d'information géographique, travaux scientifiques, formation du personnel bissau-guinéen en France, mise en place d'une infrastructure géomatique à Bissau (Cuq *et al.*, 2001 ; Pennober *et al.*, 2005). Du point de vue informationnel, deux BIG, consacrées respectivement aux provinces côtières (1/200 000) et à l'archipel des Bijagos (1/50 000) ont été développées (Figure 5). L'information est produite essentiellement par le traitement d'images satellitaires (Spot et Landsat), complété par la numérisation des cartes disponibles (occupation des sols, topographie...) et des levés de terrain. Les thèmes abordés dans le SIG concernent globalement les variables physiques (relief des

îles et des fonds sous-marins, faciès sédimentaires intertidaux), les variables écologiques (inventaires faunistiques, occupation des sols), les variables anthropiques (démographie, activités et usages, limites administratives, toponymie). L'exploitation de cette information géographique a offert des possibilités intéressantes en termes de valorisation et de communication des connaissances disponibles dans les années 1990 malgré le peu d'information utilisable sur la zone (Cuq *et al.*, 2001) (Figure 6). De plus, les BIG développées ont été mises en œuvre dans le cadre d'une recherche ayant pour objectif l'analyse des dynamiques sédimentaires de l'archipel des Bijagos (Pennober, 2000). L'analyse spatiale a permis d'améliorer significativement les connaissances relatives aux formes, aux dynamiques et à la cinématique des plages de l'archipel.

En complément de ces productions réalisées par le laboratoire français en collaboration avec l'INEP, un « pôle » géomatique a été mis en place à Bissau à la fin des années 1990 (Figure 5). Placé sous la responsabilité de l'Etat bissau-guinéen, son fonctionnement est assuré actuellement par deux professionnels et par un équipement matériel et logiciel adapté. L'implantation de cette infrastructure résulte d'un transfert technologique (matériels, bases d'information géographique) et de compétences (formation du personnel bissau-guinéen) du Nord vers le Sud. Elle bénéficie toujours du soutien du laboratoire français en termes d'appui méthodologique. Si les conditions matérielles, institutionnelles et professionnelles semblent être actuellement réunies pour garantir, au moins à moyen terme, la pérennité du SIG bissau-guinéen, le principal frein à son développement est la non actualisation des données, résultant de l'absence de suivis à long terme et de recherches actives (Pennober *et al.*, 2005) comme c'est le cas dans de nombreux pays africains (Hastings et Clark, 1991).

Figure 5. Les bases d'information géographique (Cuq *et al.*, 2001) et quelques éléments de l'équipement de la structure géomatique de Bissau

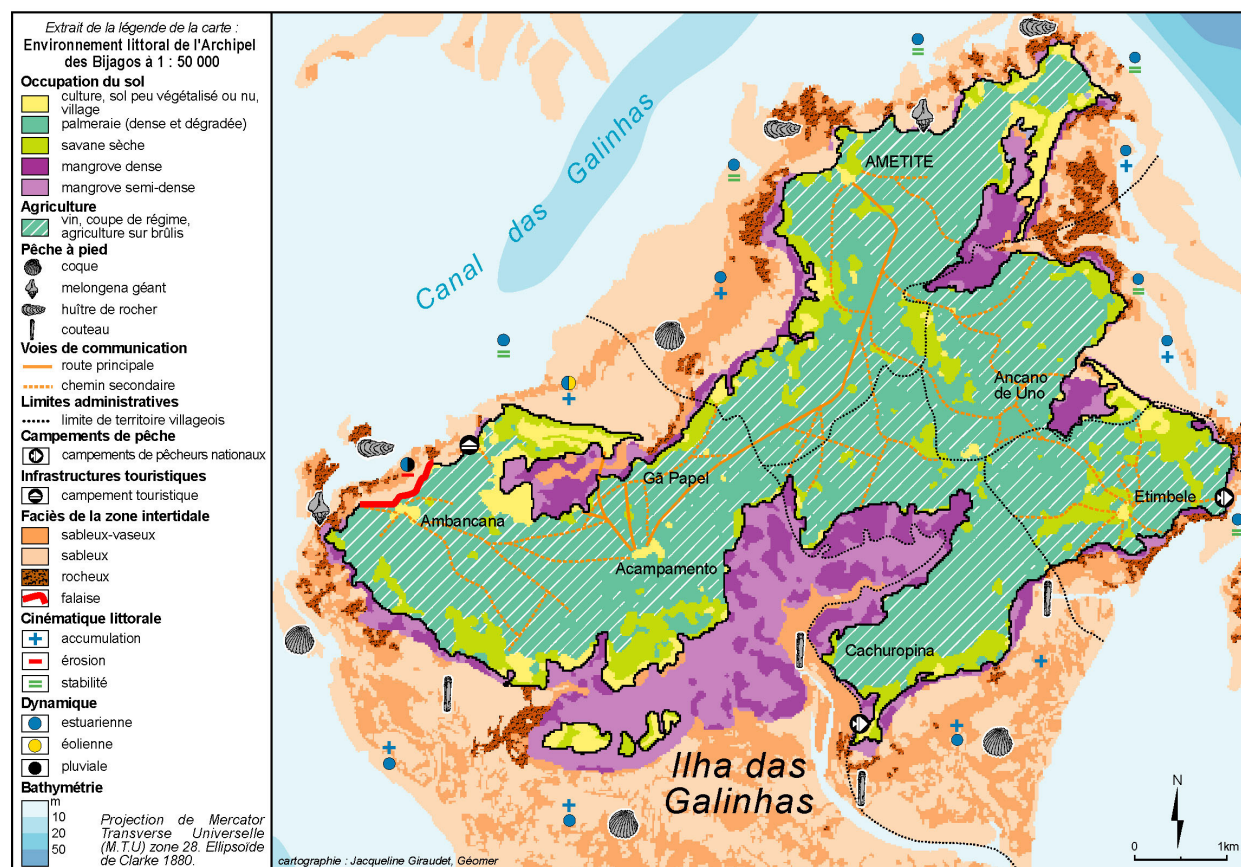


Figure 6. Exemple d'exploitation cartographique du SIG (Cuq *et al.*, 2001)

En Côte d'Ivoire, un SIG pour le suivi et l'analyse des risques côtiers

Depuis quelques années, la Côte d'Ivoire (Figure 7) dont le modèle de développement avait été fondé sur ses ressources agricoles (cacao, café et hévéa principalement) connaît de profonds bouleversements. La situation de conflit armé depuis 1999 a en effet renforcé le processus déjà engagé de concentration des pôles de croissance du pays dans la zone Sud littorale autour de l'exploitation pétrolière off-shore. Sa capitale économique, Abidjan, qui en constitue le point d'ancrage principal a connu depuis un demi-siècle un développement exceptionnel, avec un rythme de croissance annuelle de 10 %, l'un des plus élevés au monde (60 000 habitants en 1948, plus de 4 millions aujourd'hui). Cette croissance a été provoquée non seulement par une évolution démographique très rapide au niveau national (3,3 % par an) mais également par une grande mobilité de population, une forte immigration étrangère, un exode rural intense et plus récemment une forte migration des populations de la zone septentrionale du pays fuyant la guerre pour le Sud sous

contrôle gouvernemental⁹. La prise de conscience, exacerbée par la situation actuelle, de l'existence d'un littoral fragile au potentiel écologique et économique intéressant remonte au sommet de la Terre (1992) par la mise en place d'un Plan National d'Actions Environnement (PNAE). Ce PNAE s'est traduit par un premier livre blanc de l'environnement en Côte d'Ivoire (1995) qui propose quatre actions prioritaires à mettre en œuvre sur le littoral : l'aide à la gestion, la lutte contre les pollutions, la gestion de l'eau et la préservation de la biodiversité.

⁹ Selon l'Institut National de la Statistique, depuis le début de la situation de crise, le flux de migrants vers le Sud du pays aurait probablement concerné 50 % des populations résidant auparavant dans la zone Nord, soit près de 1,7 million de personnes.

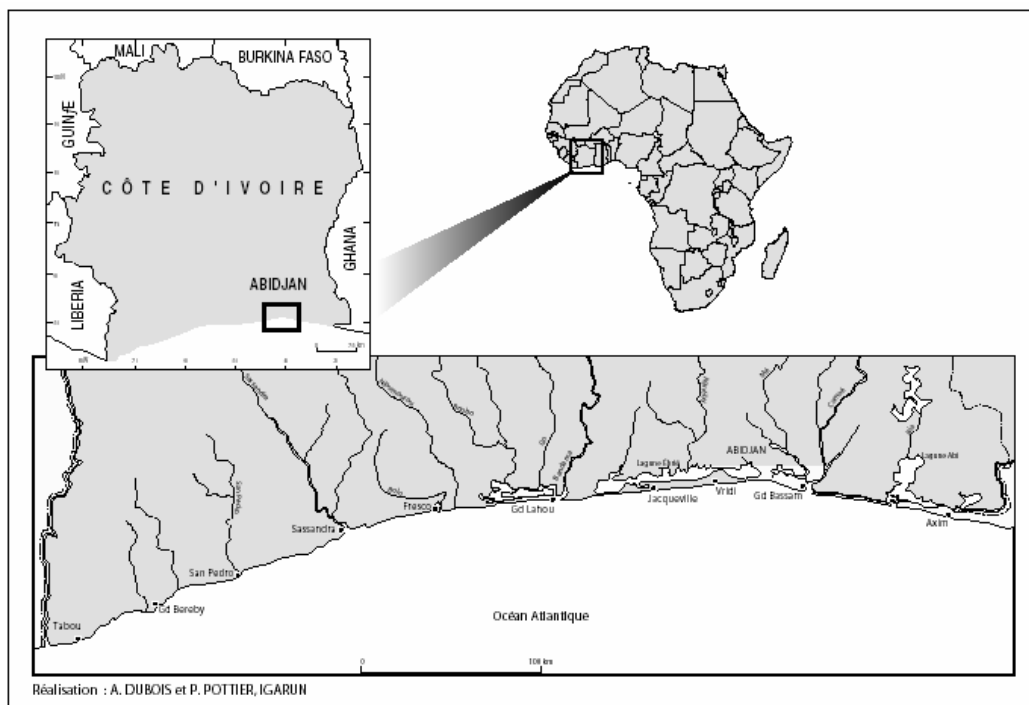


Figure 7. Le littoral ivoirien (Robin *et al.*, 2004)

Concrètement, c'est à la fin des années 1990 que la réflexion, initiée par le PNAE, démontre l'opportunité de réintroduire la ressource littorale dans une démarche globale qui s'amorce par des études consacrées aux risques côtiers (Hauhouot, 2000), à l'économie des pêches (Koffie-Bikpo, 1997 ; Anoh Kouassi, 2002) et du tourisme (Aphing-Kouassi, 2001), à la pollution (Affian, 2003) ou à l'élaboration de plans de gestion (Kaba et Abé, 1999). Ces études sont réalisées dans le cadre d'une collaboration entre les universités d'Abidjan (Côte d'Ivoire) et de Nantes (France) établie dans les années 1980 et qui se poursuit actuellement. La démarche conduit ensuite, au niveau institutionnel, à la création d'une Cellule de Gestion du Littoral, rattachée au Ministère de l'Environnement, qui a rédigé le second livre blanc s'appuyant sur un diagnostic du littoral (2001-2002) et sur la préparation d'une stratégie de gestion (2002-2003) au service des quatre enjeux majeurs identifiés en Côte d'Ivoire :

- la consolidation et la traduction d'une volonté politique ayant pour objectif la sauvegarde durable du littoral ;
- l'organisation de l'occupation du littoral et des modalités d'accès au foncier ;
- la protection et la mise en valeur raisonnée et durable des ressources et des potentialités du littoral ;
- l'adoption de comportements citoyens compatibles avec la gestion durable du littoral.

La réflexion émergente destinée à construire une politique de gestion intégrée de la zone côtière nécessite implicitement la constitution d'un SIG. Il apparaît en effet qu'à travers les

objectifs de planification, d'inventaire, de protection, d'observatoires des écosystèmes côtiers, d'état des lieux des potentialités économiques, de communication et d'éducation des citoyens, transparait implicitement la nécessité de produire de l'information géographique. Ce besoin s'est traduit par l'équipement géomatique de l'université d'Abidjan, la collecte de multiples données (images, levés de terrain) et l'orientation géographique des collaborations avec l'université de Nantes qui s'expriment essentiellement par des co-tutelles de thèse. Dans ce cadre, des applications spécifiques sont consacrées, par exemple, à la pollution de la lagune Ebrié, à l'érosion côtière dans les secteurs de Grand Lahou et du district d'Abidjan ou aux risques d'inondations lagunaires à Abidjan (Figure 8). Néanmoins, ces études qui utilisent les potentialités d'analyse et de représentation des SIG ne sont pas véritablement coordonnées au niveau institutionnel. Il en résulte un éparpillement des données et une absence de structuration de l'information. Des efforts de coordination au niveau local existent toutefois par la nécessité d'un suivi de certains mécanismes de nature à engendrer des risques pour la population : suivi de la qualité de l'eau en lagune Ebrié, suivi des végétaux aquatiques envahissants en relation avec la qualité de l'eau et la géométrie de la passe de la Comoé à Grand Bassam par exemple (Figure 9). Des structures de suivi comme le CIAPOL (Centre Ivoirien Anti-Pollution) ont de ce fait une compétence en matière d'observation de l'environnement. Au-delà pourtant, le besoin d'une gestion intégrée globale et durable de l'espace côtier transparait à travers la volonté de constituer un organisme de protection et d'aménagement du littoral aux compétences et aux moyens étendus (Ministère de

l'Environnement, 2003). Il devrait non seulement réaliser une carte des espaces naturels sensibles du littoral, mais aussi et surtout être le maître d'œuvre de la constitution d'un SIG développé en collaboration avec d'autres organismes nationaux (ministères, agences locales) ou étrangers (collaborations universitaires avec l'Europe et l'Amérique du Nord). Cette coordination permettrait de renforcer les actions de l'OMERLIT (Observatoire de la Mer et du Littoral) créé à l'initiative d'anciens doctorants ayant bénéficié de la collaboration Nord-Sud, en garantissant la pérennité de l'action entreprise, la diffusion de l'information aux divers acteurs de la zone côtière et l'efficacité du service rendu à la nation ivoirienne.

Discussion

Ces trois applications illustrent des SIG mis en œuvre sur un espace commun (le littoral) avec des objectifs équivalents (connaissance et aide à la GIZC) mais dans des contextes nationaux différents. A des stades divers de leur réalisation (Tableau 1), ils ont fourni des résultats concrets :

- aide à la concertation dans le cadre du PALM, inventaire et porter à connaissance des données disponibles, description des milieux (Mauritanie) ;
- mise en place d'une structure géomatique opérationnelle, réalisation de synthèses cartographiques, analyse du fonctionnement géomorphologique de l'archipel des Bijagos (Guinée-Bissau) ;
- développement d'applications concrètes relatives à divers risques côtiers dans le cadre de collaborations

universitaires actives, et définition des bases nécessaires à la mise en place d'un SIG littoral (Côte d'Ivoire).

	Mauritanie	Guinée-Bissau	Côte d'Ivoire
Date de mise en œuvre du SIG	2001	1991	1997
Pôle géomatique fonctionnel	+	+	-
Données			
Production/actualisation	-	-	+
métadonnées	+	+	-
Usage			
Stockage de données	+	+	-
représentation	+	+	+
Analyse quantitative/spatiale	-	-	+
modélisation	-	-	+
Domaine d'application principal	Aide à la gestion	Aide à la gestion	Recherche

Tableau 1. Eléments de comparaison des SIG décrits

Néanmoins ces trois expériences témoignent d'une situation relativement commune dans les pays en développement africains, vis-à-vis de la géomatique.

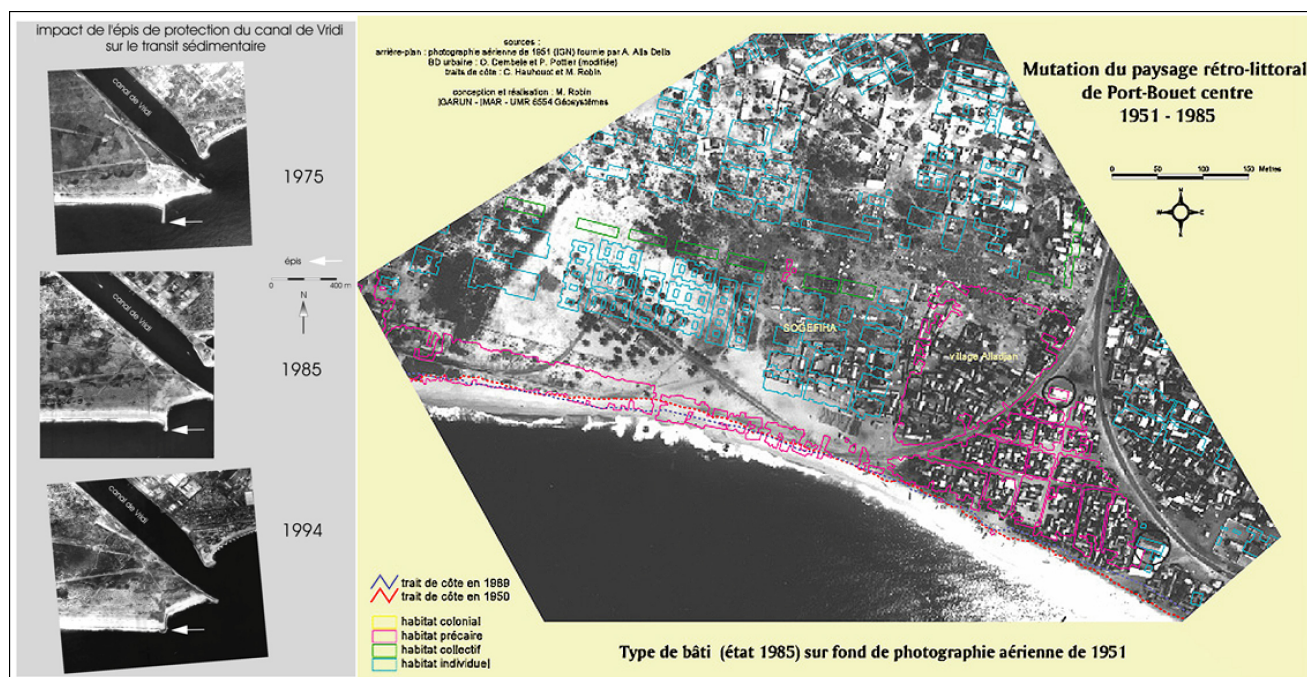


Figure 8. Un exemple de risque côtier en Côte d'Ivoire (Hauhouot, 2000)

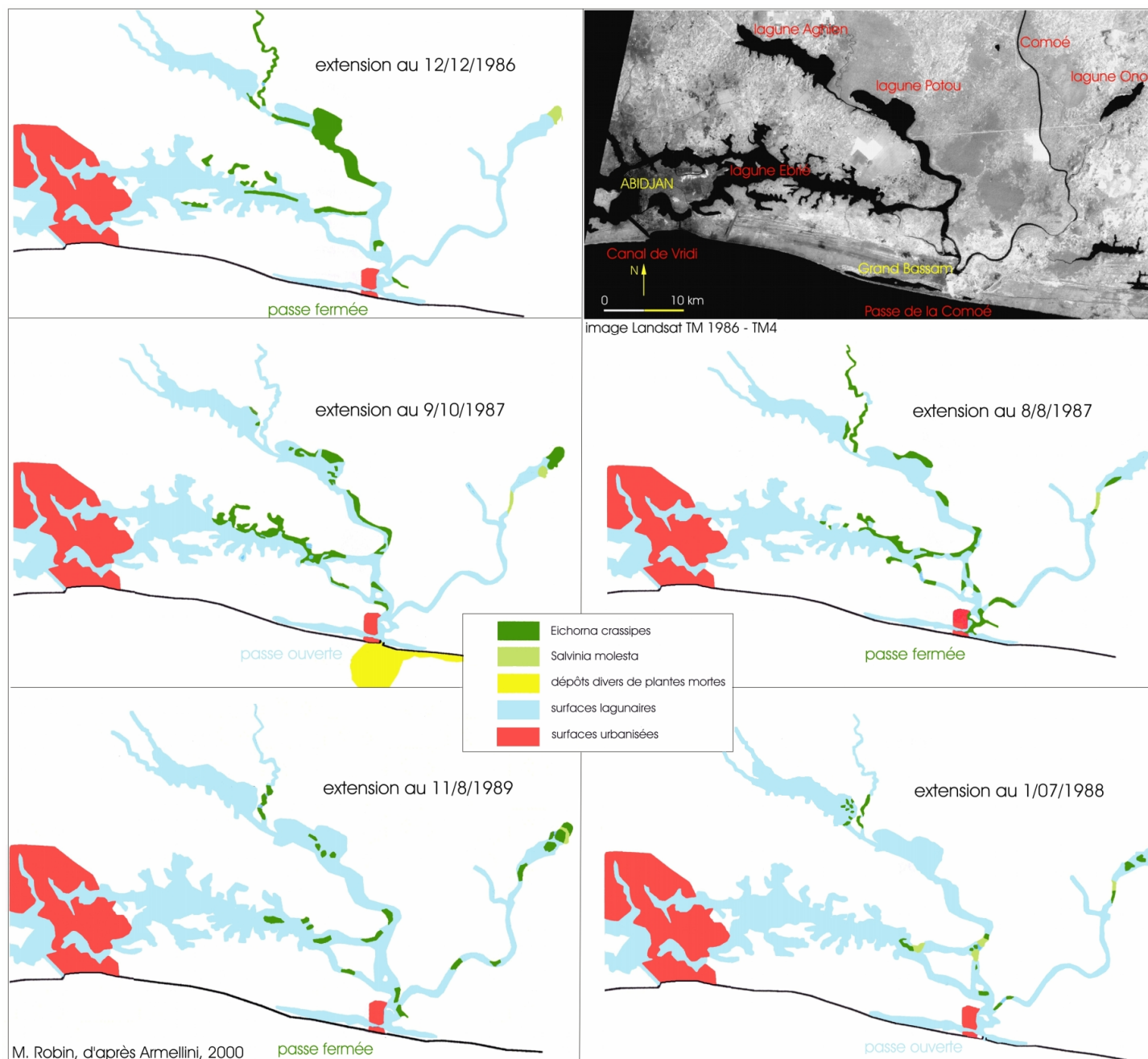


Figure 9. Exemple d'observation et de suivi : variation de l'extension des végétaux aquatiques envahissants en lagune Ebrié (Armellini, 2000)

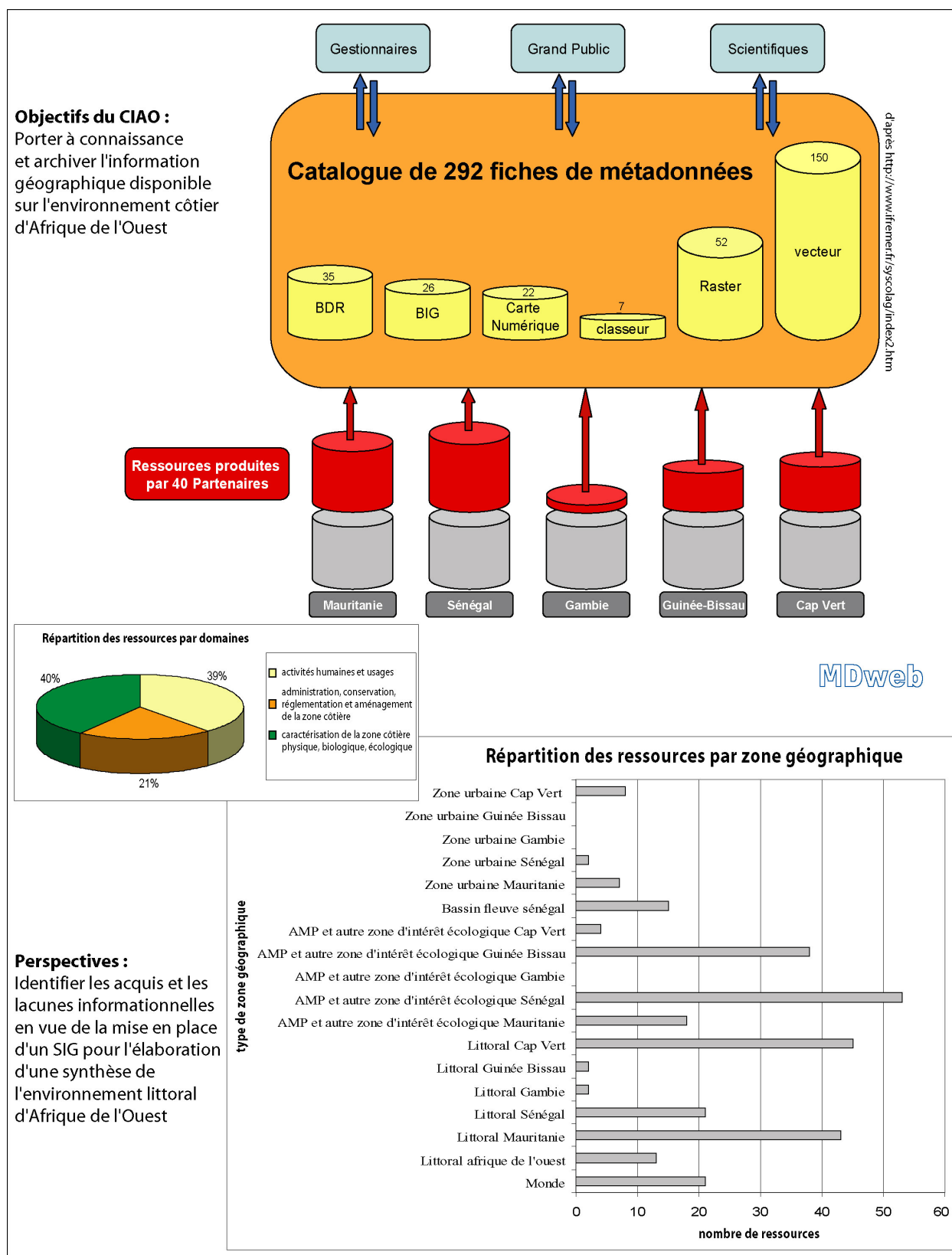
Premièrement, ces trois projets sont pilotés (ou ont été initiés) par l'assistance étrangère européenne et menés sur un laps de temps généralement court, révélant une situation commune dans les pays africains (Nwilo, 2004). De ce fait, la conception des systèmes suit une démarche éprouvée au Nord, dans des situations privilégiées tant du point de vue institutionnel qu'informationnel. L'objectif du SIG est rarement défini par les partenaires africains, qui en sont pourtant les utilisateurs principaux, si ce n'est par des critères normatifs du genre « aider à la gestion », « au transfert des connaissances », « favoriser les échanges », réponses vraies dans tous les contextes géographiques (au Nord comme au Sud) ! A l'usage, il apparaît que les SIG mis en œuvre sont essentiellement utilisés pour leur capacité de stockage et de représentation de l'information géographique, et très peu pour leurs apports en termes d'analyse et de simulation.

Deuxièmement, ces trois applications, à des stades différents de leur implantation, souffrent d'une carence généralisée en données géospatiales, qui quand elles existent, sont rarement définies par des critères de qualité et/ou difficiles d'accès du fait de la rétention d'information au niveau individuel, de l'absence de réglementation pour les échanges de données et de coordination transfrontalière pour la normalisation des données au niveau régional. En outre la production de données dépend de la capacité des institutions locales à les financer, certes, mais aussi à assurer le suivi scientifique et à mener des recherches ; ce qui est rarement le cas dans les pays du Sud où le dispositif académique est souvent déficient. L'offre de formation étant insuffisante non seulement dans le domaine de la géomatique mais aussi et surtout dans celui des sciences de l'environnement, les projets de recherche sont souvent pilotés par des organismes étrangers en collaboration (ou pas) avec les partenaires nationaux. Il résulte de cette situation des difficultés d'appropriation des résultats des recherches et des données qui en découlent par les organismes du Sud.

Troisièmement, localement, la faible lisibilité des actions des différents organismes compétents et groupes d'intérêt sur le littoral associée à un manque de coordination en raison de l'absence de véritable planification à moyen terme rend difficile la mise en œuvre opérationnelle de la GIZC en Afrique. Or les SIG ne sont qu'un élément du dispositif. En l'absence de suivis de terrain, de validation des résultats, de coordination des actions et des services, de problématiques scientifiques et de volonté

politique dans certains cas, et sans conditions matérielles et professionnelles suffisantes, un SIG n'est pas opérant ; cette situation étant équivalente dans tous les domaines de la planification et partout dans le monde.

A partir de ces expériences, quelques recommandations peuvent être émises. Rappelons que le succès de l'implantation des SIG et plus généralement des TIG dans les pays africains est, comme ailleurs, conditionné par « ...la volonté des personnes impliquées... » (Baudouin, 1996), quelle que soit leur origine (du Nord comme du Sud), et que « ... pour profiter du potentiel des SIG, les pays africains devraient s'impliquer davantage en s'organisant mieux et en devenant non pas de simples consommateurs des nouvelles technologies mais en agissant comme acteurs et partenaires à part entière : fournisseurs de données, contributeurs à la définition des normes géomatiques internationales et de méthodologies innovatrices adaptées aux besoins locaux... » (Mouafo, 2000). Pour réaliser cet objectif, un partenariat étroit avec les institutions du Nord pourrait concerner l'étude de faisabilité du SIG à réaliser, de manière à faire émerger les questions, les besoins, les motivations et à prendre la mesure des contextes sociaux, politiques, institutionnels sans lesquels la pérennité du SIG n'est pas garantie. Le renforcement des compétences du Sud dans le domaine des sciences de l'environnement étant le seul garant de l'appropriation et de l'autonomie des SIG mis en œuvre sur un objectif à long terme de GIZC, les projets menés par l'assistance étrangère devraient intégrer dès leur conception des acteurs du Sud, en proposant des accueils d'étudiants dans des formations universitaires de troisième cycle (au Nord) et en réalisant, si besoin, des formations techniques sur les sites (au Sud). Ils devraient aussi, dans tous les cas, s'engager à restituer non seulement les données produites sous une forme utilisable de manière à constituer progressivement un « patrimoine » de connaissances mobilisable par les acteurs du Sud mais aussi les matériels nécessaires à leur utilisation et à leur mise à jour. Actuellement les TIC offrent des solutions pour le partage et le transfert des connaissances. De nouvelles notions apparaissent telles que les « mémoires environnementales », décrites comme la somme des représentations explicites, persistantes et structurées des données, des connaissances, des modèles et des savoir-faire scientifiques attachés à un système d'observation de l'environnement en vue d'en faciliter l'accès, le partage et la réutilisation (Guarnieri *et al.*, 1997).


Figure 10. Le CIAO : présentation de son contenu (Georis-Creuseveau *et al.*, 2007)

C'est dans cet esprit qu'une démarche de mutualisation est actuellement en cours dans le cadre du PRCM¹⁰. L'objectif visé est de réaliser une synthèse du littoral d'Afrique de l'Ouest par la constitution d'une Base d'Information Géographique pilotée par un système d'information géographique (SIG) pluriscale et plurithématique. La réalisation de cette synthèse est fondée sur une première phase d'inventaire des informations géographiques disponibles sur la zone d'étude, à différentes échelles spatiales et à différentes dates, et l'étude conventionnelle de leur mise à disposition du « Bilan prospectif » par les organismes producteurs. Cette étape indispensable, réalisée dans un cadre collaboratif (UICN, FIBA, CNRS), est fondée sur des enquêtes auprès des producteurs d'informations géographiques (organismes de recherche du Sud et du Nord impliqués sur la zone d'étude, partenaires locaux) et sur la production d'un catalogue normalisé consultable *via* Internet (www.prcmarine.org/ciao) et piloté par l'outil MDWeb développé par l'IRD (www.mdweb-project.org). Ce catalogue contient actuellement 292 fiches décrivant les ressources informationnelles de plusieurs types (informations vectorielles et matricielles, cartes, bases de données, bases d'information géographique structurées) disponibles sur différents thèmes et à différentes échelles auprès de 40 producteurs (Figure 10). A terme ce catalogue pourra également servir de site de stockage de l'information et garantira ainsi la pérennité des efforts consentis par les producteurs et la réutilisation potentielle de l'information.

Conclusion

Malgré des difficultés liées à l'absence d'objectifs clairement définis, à l'indisponibilité des données et d'un cadre référentiel, d'une insuffisance académique et technique et d'un défaut de

coordination, des SIG sont mis en œuvre dans plusieurs pays africains sur des objectifs de GIZC. Ils offrent actuellement des résultats concrets essentiellement sous forme de réalisations cartographiques (synthèses environnementales, risques côtiers...). Mais la prise de conscience de l'intérêt de l'outil, à travers ses possibilités de représentation, d'analyse et de modélisation du monde réel et en tant que plateforme mutualisée d'échanges est réelle. Elle s'exprime depuis peu notamment par l'initiative du PRCM de réalisation d'un catalogue normalisé accessible *via* Internet recensant les informations géographiques disponibles sur la zone côtière ouest africaine, première étape dans l'étude de faisabilité d'un SIG régional.

On peut espérer que ce type de réalisation favorise la constitution progressive d'un patrimoine informationnel, les échanges entre les acteurs de la zone côtière et la prise de conscience de la nécessité de projets communs et de réflexions autour de la production d'informations géographiques de référence sur le littoral africain.

Remerciements

Nous remercions tous ceux, du Sud comme du Nord, qui ont participé à la mise en œuvre des démarches présentées dans cet article.

Biographie

L'auteur principal, Françoise Gourmelon, est directrice de recherche au CNRS. Elle est responsable du laboratoire Géomer (IUEM, UBO, France), composante de l'UMR 6554 CNRS « LETG », <http://letg.univ-nantes.fr>. Ses thèmes de recherche concernent le fonctionnement et l'évolution des anthroposystèmes côtiers.

Bibliographie

- Affian, K., 2003, Approche environnementale d'un écosystème lagunaire microtidal (la lagune Ebrié en Côte d'Ivoire) par des études géochimiques, bathymétriques et hydrologiques. Contribution du S.I.G. et de la Télédétection. Doctorat de Géographie, Université d'Abidjan.
- Anoh Kouassi, P., 2002, Synthèse sur la pêche dans la zone littorale de Côte d'Ivoire. Projet littoral, Ministère de l'Environnement de Côte d'Ivoire.
- Aphing-Kouassi N'dri G., 2001, Le tourisme littoral dans le sud-ouest ivoirien. Doctorat de Géographie, Université de Cocody (Abidjan).
- Armellini, A., 2000, Cinématique littorale et problèmes environnementaux à Grand Bassam (Côte d'Ivoire). Mémoire de Master, Université de Nantes / Université de Cocody.
- Bartlett, D., 1999, Working on the frontiers of science : applying GIS to the coastal zone. In Whright et Bartlett *Marine and coastal Geographical Information System*. Taylor et Francis, Londres : 11-24.
- Bartlett, D. et J. Smith, 2004, *GIS for coastal zone management*. CRC Press, Londres.
- Baudouin, Y., 1996, L'aide aux PVD du continent africain en matière de système d'information géographique : quelques réalités. *Revue Internationale de Géomatique* 6(1) : 93-126.
- Campredon, P. et F. Cuq, 2001, Artisanal fisheries and coastal conservation from Mauritania to Guinea-Bissau (west Africa). *Journal of Coastal Conservation* (7) : 91-100.

¹⁰ Le Programme Régional de Conservation de la zone côtière et Marine en Afrique de l'Ouest (PRCM) a été créé à l'initiative de l'UICN, du WWF, de Wetlands International et de la FIBA, en partenariat avec la Commission Sous-Régionale des Pêches. Il a pour objectif de coordonner les efforts des institutions et des individus en faveur de la conservation du littoral des pays côtiers de la sous région à savoir, la Mauritanie, le Sénégal, la Gambie, la Guinée-Bissau, la Guinée, la Sierra Leone et le Cap Vert. Cette coordination vise à renforcer la cohérence des interventions, à regrouper les ressources disponibles, à valoriser les compétences régionales, à favoriser les échanges d'expériences, à développer les actions de recherche, de formation, de communication et de plaidoyer afin de promouvoir une dynamique de développement durable de la zone côtière au bénéfice des sociétés. Le projet « Bilan Prospectif de l'environnement côtier ouest africain » constitue l'armature principale des activités de recherche du PRCM (Quensièrre *et al.*, 2006). Il a pour vocation d'analyser les modes d'évolution de la zone côtière ouest-africaine selon une démarche d'enrichissement des connaissances, d'aide à la gestion opérationnelle et de transfert des compétences et des résultats de recherche Nord-Sud. Ce programme prône la maîtrise des savoirs et des connaissances scientifiques par les acteurs africains.

- Cicin-Sain, B. et R.W. Knecht, 1998, *Integrated coastal and ocean management, Concepts and practises*. Island Press, Washington D.C.
- Collet, C., 2005, Analyse spatiale, géomatique et systèmes d'information géographique. *Revue Internationale de Géomatique* 15(4) : 393-414.
- Cuq, F., 1993, Remote sensing of sea surface and coastal features in the area of the Golfe d'Arguin, Mauritania. *Hydrologia* 258 : 33-40.
- Cuq, F., 2000, Systèmes d'information géographique et gestion intégrée des zones côtières. In Loubersac et Populus : *Coastgis'99 : Geomatics and coastal environment*. Ifremer/SHOM, Plouzané : 18-29.
- Cuq, F., P. Campredon, J. Giraudet, E. Giraudet, F. Gourmelon, G. Pennober et A. da Silva, 2001, Un Système d'Information Géographique pour l'aide à la gestion intégrée de l'archipel des Bijagos (Guinée-Bissau). CNRS/UICN, Plouzané.
- Denègre, J., 1992, Nouvelles technologies au service de l'investigation géographique : le rôle de la télédétection spatiale et des systèmes d'information géographique. *SIGAS* 2(2) : 139-149.
- Dunn, C.E., P.J. Atkins et J.G. Townsend, 1997, GIS for development: a contradiction in terms? *Area* 29(2) : 151-159.
- Georis-Creuseveau, J., F. Gourmelon et M. Rouan, 2007, The CIAO, a web portal of geographic information for west Africa. *CoastGIS07*, Santander.
- Gourmelon, F. et M. Robin, 2005, *SIG et littoral*. Traité IGAT (Information Géographique et Aménagement du Territoire). Hermès, Paris.
- Guarnieri, F., E. Garbolino, F. Houllier, F. Cuq, C. Lévêque, A. Weill et P. Matarasso, 1997, Contribution à la définition opérationnelle et à la modélisation de la mémoire environnementale. Journées du Programme « Environnement Vie et Société » du CNRS. Elsevier, Lille : 296-307.
- Hastings, D.A. et D.M. Clark, 1991, GIS in Africa: problems, challenges and opportunities for co-operation. *International Journal of Geographical Information Systems* 5(1) : 29-39.
- Hauhouot, C., 2000, Analyse et cartographie de la dynamique du littoral et des risques naturels côtiers en Côte d'Ivoire. Doctorat de Géographie, Université de Nantes.
- Kaba, N. et J. Abé, 1999, Plan de gestion de la zone côtière. Projet EG/RAF/92/G34, contrôle de la pollution et préservation de la biodiversité dans le Grand Ecosystème Marin du Golfe de Guinée, FEM.
- Koffie-Bikpo, C.Y., 1997, La pêche artisanale maritime en Côte d'Ivoire : étude géographique. Doctorat de Géographie, Université de Nantes.
- Lévêque, C., 2001, *Ecologie. De l'écosystème à la biosphère*. Masson, Paris.
- Loubersac, L., et J. Populus, 2000, *Coastgis'99 : Geomatics and coastal environment*. Ifremer, Plouzané.
- Ministère de l'Environnement, 2003, Diagnostic de l'environnement du littoral de Côte d'Ivoire et Projet de Livre Blanc du littoral ivoirien, SECA-BDPA.
- Mouafo, D., 2000, Systèmes d'information géographique, aménagement et planification urbaine en Afrique : évolution, enjeux et perspectives. *Revue Internationale de Géomatique* 10(2/2000) : 213-239.
- Nwilo, P.C., 2004, GIS applications in costal management: a view from the developping world. In Bartlett et Smith: *GIS for coastal zone management*. CRC Press, Londres : 181-194.
- Ould Elmoustapha, A., 2000, Influence d'un ouvrage portuaire sur l'équilibre d'un littoral soumis a un fort transit sédimentaire, l'exemple du port de Nouakchott (Mauritanie). Doctorat de Géographie, Université de Caen.
- Ould Cheikh, A.W., 1996, Biodiversité du littoral Mauritanien. Rapport n° 16 de l'étude sociologique, CIRAD-EMVT.
- MPM, 2004, *Le littoral mauritanien, un patrimoine national, une ouverture sur le monde*. Nouakchott (ISBN : 2-9514914-5-X).
- Pennober, G., 2000, Typologie dynamique de la zone intertidale de l'archipel des Bijagos (Guinée-Bissau). In Loubersac et Populus *Coastgis'99 : Geomatics and coastal environment*. Ifremer, Plouzané : 265-266.
- Pennober, G. et J. Georis-Creuseveau, 2005, SIG et planification côtière en Mauritanie. In Gourmelon et Robin *SIG et milieu littoral*. Hermès, Paris : 109-126.
- Pennober, G., E. Giraudet, J. Giraudet, V. Madec-Cuq, F. Gourmelon, A. Da Silva A. et P. Campredon, 2005, Planification côtière en Afrique de l'Ouest : retour d'expérience en Guinée-Bissau. *Noroi* 196 (2005) : 67-79.
- Quensièrre, J., A.T. Diaw, A. Ould El Moustapha Senhoury et E. Charles-Dominique, 2006, Un réseau ouest-africain de recherche sur la gestion durable des zones côtières : le projet « Bilan prospectif ». In Symoens *Les écosystèmes côtiers de l'Afrique de l'Ouest*. Bruxelles : 159-176.
- Robin, M., C. Hauhouot, K. Affian, P. Anoh, A. Alla Della Et P. Pottier, 2004, Les risques côtiers en Côte d'Ivoire. *Bulletin de l'Association de Géographes français* 2004 (3) : 298-314.
- Tissot, C., F. Cuq, 2004, Apport des SIG pour la modélisation spatio-temporelle d'activités humaines. *Revue Internationale de Géomatique* 14(1) : 83-96.
- Vallega, A., 2005, From Rio to Johannesburg : the role of coastal GIS. *Ocean and coastal Management* 48(7/8) : 588-618.